

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07294911 A**

(43) Date of publication of application: **10.11.95**

(51) Int. Cl

G02F 1/1335

(21) Application number: **06089650**

(22) Date of filing: **27.04.94**

(71) Applicant: **DAINIPPON INK & CHEM INC**

(72) Inventor:
**UMETSU YASUO
TAKEUCHI KIYOBUMI
TAKATSU HARUYOSHI**

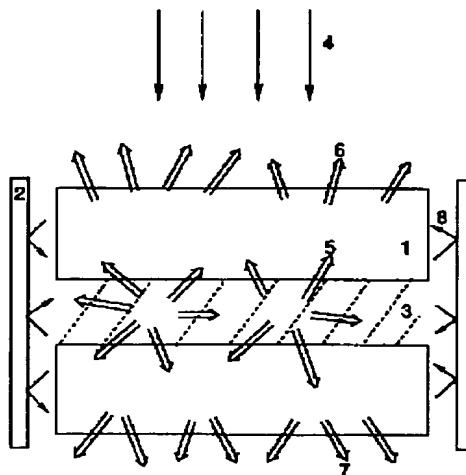
**(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND
LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To attain a high contrast ratio by providing a reflecting means by or above the side face of an element to improve the cloudiness for voltage non-impression without damaging the light transmissivity.

CONSTITUTION: This device consists of a light scattering element consisting of two transparent substrates 1 having transparent electrode layer formed with picture elements and a dimming layer 3 supported therebetween, and reflection plates 2 provided on both sides of the elements. While a voltage is not impressed to transparent electrodes, light 4 made incident from the display face is scattered by the dimming layer 3 and is emitted as backward scattered light 6 and forward scattered light 7. However, less light is scattered to the inside of the display element face and passes the substrate side faces while being repeatedly reflected in substrates. This light 8 is reflected by reflection plates 2 and passes the dimming layer and substrates again and is emitted as backward scattered light 6 and forward scattered light 7. As the result, the intensity of scattering is increased, and light 4 made incident from the display face is straightly transmitted without losing the transparency by the dimming layer 3, thus improving the contrast.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-294911

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 2 0

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-89650

(22) 出願日 平成6年(1994)4月27日

(71) 出願人 000002886

大日本インキ化学工業株式会社

東京都板橋区坂下3丁目35番58号

(72) 発明者 梅津 安男

埼玉県北本市東間6-2-2-103

(72) 発明者 竹内 清文

東京都板橋区高島平1-12-14-103

(72) 発明者 高津 晴義

東京都小平市学園西町1-22-20-302

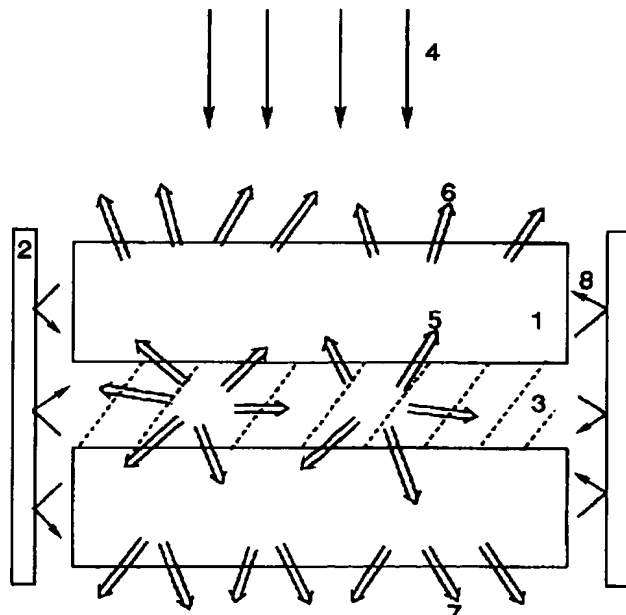
(74) 代理人 弁理士 高橋 勝利

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子及び液晶表示装置

(57) 【要約】

【構成】 透明性電極層を有する少なくとも一方が透明な2枚の基板と、該基板間に支持された調光層を有し、該調光層が液晶材料及び透明性固体物質を含有する光散乱形液晶表示素子において、前記素子の側面側または側面上に反射手段を設けた液晶表示素子及び該液晶表示素子を用いた液晶表示装置。

【効果】 この液晶表示素子又は液晶表示装置は、電圧印加時の光透過性を損なうことなく、電圧無印加時の白濁性を飛躍的に向上させ、高いコントラスト比を達成したものであり、直視形液晶表示装置として有用である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明性電極層を有する少なくとも一方が透明な2枚の基板と、該基板間に支持された調光層を有し、該調光層が液晶材料及び透明性固体物質を含有する光散乱形液晶表示素子において、前記素子の側面側又は側面上に反射手段を設けたことを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 前記反射手段が、鏡面反射、拡散反射又は指向性反射の機能を有することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項3】 前記反射手段が、鏡、拡散反射板、凹面ミラー、フレネルミラー、フレネルレンズ又はマイクロレンズの少なくとも一つを含む反射手段であることを特徴とする請求項1又は2記載の液晶表示素子。

【請求項4】 調光層が液晶材料の連続層中に三次元網目状構造の透明性固体物質を有することを特徴とする請求項1、2又は3記載の液晶表示素子。

【請求項5】 請求項1、2、3又は4記載の液晶表示素子を用いた液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、明るく高コントラストを達成できる液晶表示素子に関するものであり、高速応答性を以て電氣的にその表示を切り換えることによって、広告板等の装飾表示板や、明るい画面を必要とする時計、電卓、コンピュータ端末等の各種の液晶表示装置として利用される。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置に用いられる液晶表示素子は、従来、ネマチック液晶を使用したTN（ツイステッド・ネマチック）型や、STN（スーパー・ツイステッド・ネマチック）型のものが実用化されている。また、強誘電性液晶を利用したものも提案されている。これらは、偏光板を要するために表示を明るくすることに限界がある。

【0003】一方、偏光板や配向処理を要さず、明るくコントラストのよい、大型で廉価な液晶表示素子を製造する方法として、液晶のカプセル化により、ポリマー中に液晶滴を分散させ、そのポリマーをフィルム化する方法が知られている。例えば、特表昭58-501631号公報、米国特許第4435047号明細書には、カプセル化物質として、ゼラチン、アラビアゴム、ポリビニルアルコール等が提案され、これら以外にも、特表昭61-502128号公報、特開昭61-305528号公報、特開昭62-2231号公報、特開昭63-144321号公報には類似する方法が知られている。

【0004】さらに、前述の如き液晶表示素子の実用化に要求される重要な特性である低電圧駆動性、高コントラスト、時分割駆動性を可能にするために、特開平1-198725号公報には、液晶材料が連続層を形成し、

この連続層中に三次元網目状の高分子物質を有する構造の液晶表示素子が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】散乱光量を増加させる方法としては、調光層の厚みを増加させることが知られている。しかしながら、この方法では、同時に電圧印加時の光透過性を損ない、更に駆動電圧をも増加させてしまう問題を有していた。

【0006】本発明が解決しようとする課題は、電圧印加時の光透過性を損なうことなく、電圧無印加時の白濁性を向上させ、高いコントラスト比を達成した液晶表示素子及びそれを用いた液晶表示装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記の如き光散乱形液晶表示素子の光散乱特性を詳細に検討した結果、電圧無印加の状態では、入射光量の一部が側面に漏れていることを見いだした。そして、本発明者らは、側面に漏れる散乱光を利用することに着目し、本発明を完成するに至った。

【0008】すなわち、本発明は上記課題を解決するために、透明性電極層を有する少なくとも一方が透明な2枚の基板と、該基板間に支持された調光層を有し、該調光層が液晶材料及び透明性固体物質を含有する光散乱形液晶表示素子において、前記素子の側面側又は側面上に反射手段を設けたことを特徴とする液晶表示素子を提供する。

【0009】本発明で使用する光散乱形液晶表示素子の基板は、ガラスなどの堅固な材料やプラスチックフィルムの如き柔軟性を有する材料であってもよい。この基板の厚みは、反射手段によって選択することが好ましく、各々独立して0.3～4mmの範囲が好ましく、0.3～2mmの範囲がより好ましい。更に表示面に相当する基板表面を該基板の屈折率と異なる屈折率層を設けることにより、本発明の効果を好ましくすることができる。この基板には、目的に応じて光透過、散乱の適宜な電極がその全面又は部分的に配置されていてもよく、また、少なくとも一方の基板には信号線、画素電極及び画素電極毎に形成された非線形素子又は能動素子を有することができる。

【0010】本発明で使用する光散乱形液晶表示素子の液晶材料としては、単一の液晶性化合物であることを要しないのは勿論で、2種以上の液晶化合物や液晶化合物以外の物質も含んだ混合物であってもよく、通常、この技術分野で液晶材料として認識されるものであればよく、そのうちの正の誘電率異方性を有するものが好ましい。本発明の液晶デバイスは光の利用率が特段に優れているので、使用する液晶材料の屈折率異方性 Δn は0.15～0.30と従来より広い範囲のものも使用することができる。

【0011】本発明で使用する光散乱形液晶表示素子の調光層は、例えば、特表昭58-501631号公報に記載の如き、ネマティック液晶材料をマイクロカプセル化したものでもよく、特表昭61-502128号公報に記載の如き、ネマティック液晶材料を、合成樹脂マトリックス中に滴状に分散したものでもよい。これらは、電界無印加状態において合成樹脂の屈折率とネマティック液晶の屈折率の不一致によって光散乱が生じ、電界印加状態において前記二つの屈折率が一致して、光透過状態となることを原理としている。

【0012】最も好ましい調光層は、特開平1-198725号公報に記載の如き、液晶材料が連続層を形成し、この連続層中に、三次元網目状の透明性固体物質を有する構造である。この場合、高分子材料に対する液晶材料の割合は、60重量%以上が好ましく、さらに詳しくは70~95重量%の範囲が好ましく、75~85重量%の範囲が特に好ましい。形成される三次元網目状構造の平均径は、光の波長に比べて、大きすぎたり、小さすぎる場合、光散乱性が衰える傾向にあるので、0.2~2 μ mの範囲が好ましい。また、調光層の層厚は、使用目的に応じて設計できるが、光散乱による不透明性と電氣的に達成した光透過性との間の十分なコントラストを得るために、2~20 μ mの範囲が好ましい。

【0013】本発明は、これ以外の光散乱形液晶表示素子にも応用でき、例えば、ネマチック-コレステリック相転移型や動的散乱モードを利用したものにも使用することができる。

【0014】本発明で使用する反射手段は、基板側面から離れて配置されても良く、直接、基板側面上に設けられてもよい。反射手段の機能としては、鏡面や拡散反射面等であればよい。特に、反射手段として集光性又は指向性を有するものが、より好ましい形態である。基板側面から離れて配置されるタイプとしては、例えば、鏡、拡散反射板、凹面ミラー、フレネルミラー、フレネルレンズ、マイクロレンズ等を配置する方法が挙げられる。また、側面部分をコの字型や円柱状に、ミラー等の反射板で囲う方法も有効である。基板側面上に直接設ける方法としては、例えば、アルミニウム等の蒸着による方法、フレネルミラー等を直接基板側面上に設ける方法等が挙げられる。また、基板端を端正化したり、端正化した基板端にアルミニウム等で蒸着したり、基板端をミラー等の反射板でコの字型に囲う方法等がある。もし複数の反射手段を設置する場合、これらの中から適宜組み合わせ使用することもできる。

【0015】これらの反射手段は、一般的に入手可能な周知のものを使用することができる。このようなものとして、例えば、住友スリーエム社製のフレネルレンズ「TH-SOLF」、「スコッチレンズ」、「TRAF」、「RAF」、日本板硝子社製のマイクロレンズ「PML-FSO114」、ミルトン・ロイ株式会社製

の「反射型平面回折格子」、「反射型凹面回折格子」等が挙げられる。

【0016】本発明の反射手段は、四方側面に設置されることが最も好ましいが、液晶表示装置の目的用途に応じて、三方、二方もしくは一方でも本発明の効果を得ることができる。二方の場合、対向した側面で設置することがより好ましい。

【0017】以下に、光散乱形液晶表示素子の基板側面に設けた反射手段の代表的な例を示し、本発明の液晶表示素子及び液晶表示装置を詳述する。

【0018】本発明の液晶表示素子の基本的な構成の例を、図1に示した。図1は、画素が形成された透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3とを有した光散乱形素子と、反射板2とからなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0019】図1において、透明性電極層は電圧無印加の状態であり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかしながら、少なくとも光が、表示素子面内方向に散乱され、基板内部で反射を繰り返しながら基板側面を通過する。この光8は反射板2により反射し、再び調光層及び基板内を通り、後方散乱光6又は前方散乱光7として出射する。その結果、散乱強度が増加される。

【0020】図2は、図1において透明性電極層に電圧が印加された状態の模式断面図である。表示面から入射した光4は、調光層3により透明性が損なわれることなく直進透過し、その結果コントラストが向上する。

【0021】図3は、画素が形成された透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3とを有する光散乱形液晶表示素子と、凹面ミラー9とからなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0022】図3において、透明性電極層は電圧無印加の状態であり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横に漏れた光8も、凹面ミラー9により集光された光となり再度調光層3に入射する。この光も後方散乱光6又は前方散乱光7として出射し、散乱強度がさらに増加する。

【0023】図4は、画素が形成された透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3とを有した光散乱形素子と、フレネルミラー10とからなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0024】図4において、透明性電極層は電圧無印加の状態であり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横に漏れた光8も、フレネルミラー10により調光層3に向けて指向された光となり再度調

光層3に入射する。この光も後方散乱光6又は前方散乱光7として出射し、散乱強度がさらに増加する。

【0025】図5は、画素が形成された透明性電極層を有し、側面に直接反射板を有する透明な2枚の基板11と、これらの基板間に支持された調光層3を有する本発明の光散乱形液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0026】図5において、透明性電極層は電圧無印加の状態であり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横方向に進んだ光12も反射板により反射され、後方散乱光6又は前方散乱光7として出射する。その結果、散乱強度が増加する。この場合、電極取り出し部分13による制約を受けないという利点を有している。

【0027】図6は、画素が形成された透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3を有した光散乱形液晶表示素子と、反射板2とからなり、光吸収板13を基板に対し平行に配置された本発明の液晶表示装置を示した模式断面図である。

【0028】図6において、透明性電極層は電圧無印加の状態であり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横に漏れた光8も反射板2により反射され、後方散乱光6又は前方散乱光7として出射する。その結果、散乱強度が増加し、強く白濁する。透明性電極層に電圧が印加された状態では、入射光4は調光層3により直進透過され、光吸収板13により吸収され、黒表示となる。

【0029】図7は、画素が形成された透明性電極層を有し、側面に直接反射板を有する透明な2枚の基板11と、これらの基板間に支持された調光層3とを有した光散乱形素子からなり、光吸収板13を素子の基板に対し平行に配置した本発明の液晶表示装置を示した模式断面図である。

【0030】図7において、透明性電極層は電圧無印加の状態であり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横方向に進んだ光12も反射板により反射され、後方散乱光6又は前方散乱光7として出射する。その結果、散乱強度が増加し、強く白濁する。透明性電極層に電圧が印加された状態では、入射光4は調光層3により直進透過され、光吸収板13により吸収され、黒表示となる。

【0031】図8は、画素が形成された透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3とを有する光散乱形液晶表示素子からなり、光吸収板13を素子の基板に対し、平行に配置した本発明外の液晶表示装置を示した模式断面図である。

【0032】図8において、透明性電極層は電圧無印加の状態であり、表示面から入射した光4は調光層3によ

り散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横方向に進んだ光は横に漏れ、その結果、白濁性が不足する。

【0033】図9は、上下の基板厚が違う透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3とを有した光散乱形素子と、反射板2とからなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0034】図9において、上下の基板厚を変化させることにより後方散乱光6と前方散乱光7の割合を変化させることができる

【0035】図10は、画素が形成された透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3とを有する光散乱形液晶表示素子と、コの字型反射板15とからなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0036】図10において、透明性電極層は電圧無印加の状態にあり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横に漏れた光8も、コの字型反射板15により調光層3に向けて指向された光となり、再度、調光層3に入射する。この光も後方散乱光6又は前方散乱光7として出射され、散乱強度がさらに増加する。

【0037】図11は、画素が形成された透明性電極層を有する透明な2枚の基板1と、これらの基板間に支持された調光層3とを有する光散乱形液晶表示素子と、円柱状反射板16とからなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0038】図11において、透明性電極層は電圧無印加の状態にあり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横に漏れた光8も、円柱状反射板16により調光層3に向けて指向された光となり再度調光層3に入射される。この光も後方散乱光6又は前方散乱光7として出射し、散乱強度がさらに増加する。

【0039】図12は、画素が形成された透明性電極層を有し、端正化された側面に反射板が直接設置された、透明な2枚の基板17と、これらの基板間に支持された調光層3とを有した光散乱形素子からなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0040】図12において、透明性電極層は電圧無印加の状態にあり、表示面から入射した光4は調光層3により散乱し、後方散乱光6及び前方散乱光7として出射する。しかし、一部の横方向に進んだ光12も反射板により反射され、後方散乱光6又は前方散乱光7として出射する。その結果、散乱強度が増加する。この場合、電極取り出し部分13による制約を受けないという利点を有している。

【0041】図13は、画素が形成された透明性電極層

を有し、側面に直接コの字型反射板 15 を有する透明な 2 枚の基板 1 と、これらの基板間に支持された調光層 3 とを有する光散乱形素子からなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0042】図 13 において、透明性電極層は電圧無印加の状態にあり、表示面から入射した光 4 は調光層 3 により散乱し、後方散乱光 6 及び前方散乱光 7 として出射する。しかし、一部の横方向に進んだ光 12 もコの字型反射板 15 により反射され、後方散乱光 6 又は前方散乱光 7 として出射する。その結果、散乱強度が増加する。この場合、電極取り出し部分 13 による制約を受けないという利点を有している。

【0043】図 14 は、画素が形成された透明性電極層を有し、側面にフレネルミラーが直接設置された透明な 2 枚の基板 18 と、これらの基板間に支持された調光層 3 とを有する光散乱形素子からなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0044】図 14 において、透明性電極層は電圧無印加の状態にあり、表示面から入射した光 4 は調光層 3 により散乱し、後方散乱光 6 及び前方散乱光 7 として出射する。しかし、一部の横方向に進んだ光 12 もフレネルミラーにより調光層 3 に向けて指向された光となり再度調光層 3 に入射する。この光も後方散乱光 6 又は前方散乱光 7 として出射する。その結果、散乱強度が増加する。この場合、電極取り出し部分 13 による制約を受けないという利点を有している。

【0045】図 15 は、上下の基板厚が異なり、下側ガラス基板の下に全内部反射フィルム 19 を有する透明な 2 枚の基板 1 と、これらの基板間に支持された調光層 3 とを有する光散乱形液晶表示素子と、反射板 2 とからなる本発明の液晶表示素子を示した模式断面図である。

【0046】図 15 において、上の基板厚を厚くすることに加え、前方散乱光は全内部反射フィルム 19 により反射されることにより、直視形表示に必要とされる後方散乱光 6 を大きくすることができる。

【0047】以上、説明したように、本発明の液晶表示素子及びそれを用いた液晶表示装置は、電圧印加時の光透過性を損なうことなく電圧無印加時の白濁性を飛躍的に向上させ、高いコントラスト比を達成できるものであり、従来困難であった直視形表示を可能としたものである。

【0048】

*【実施例】以下に本発明の実施例を示し、本発明をさらに具体的に説明する。しかしながら、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0049】（実施例 1）液晶材料として「PN-001」（ロディック社製の液晶組成物）80 重量%、重合性組成物として「HX-620」（日本化薬社製カプロラクトン変性ヒドロキシピバリン酸エステルネオペンチルグリコールジアクリレート）19.8 重量%、及び重合開始剤として 2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン 0.2 重量%からなる調光層形成材料を調製した。時計表示ができるように ITO 電極を画素化した 11cm×27cm の大きさのガラス板を用いて、10 μ m のスペーサーを介在させた空セルを作製した。前記調光層形成材料を空セルに注入した後、調光層形成材料を挟持する基板を 40℃ に保ちながら、メタルハライドランプ（100W/cm²）の紫外線下を 3.5m/分の速度で通過させて、オリゴマーを硬化（高分子化）させて、光散乱形液晶表示素子（A）を得た。

【0050】液晶組成物「PN-001」の諸特性は、下記の通りであった。

転移温度： 68.5℃（N-I）

屈折率： $n_x=1.787$

$n_y=1.583$

屈折率異方性： $\Delta n=0.254$

しきい値電圧： $V_a=1.15V$

【0051】得られた光散乱形液晶表示素子（A）の調光層を電子顕微鏡で確認したところ、三次元網目状の透明性固体物質が確認できた。

【0052】次いで、この光散乱型液晶表示素子のまわりを鏡面で覆い、図 1 に示される本発明の液晶表示素子（I）を作製した。

【0053】（比較例 1）実施例 1 で作製した光散乱形液晶表示素子（A）のみで構成された比較例の液晶表示素子（a）を作製した。

【0054】（評価 1）実施例 1 で得た液晶表示素子（I）及び比較例 1 で得た液晶表示素子（a）のそれぞれに対し、電圧印加及び無印加状態で平行光線を入射し、生じた前方散乱光量、後方散乱光量、直進透過光量及び正反射光量を測定し、その結果を表 1 に示した。

【0055】

【表 1】

*

	液晶表示素子 (I)		液晶表示素子 (a)	
	電圧印加	電圧無印加	電圧印加	電圧無印加
前方散乱光量	6.0%	59.2%	5.8%	51.5%
後方散乱光量	2.4%	26.3%	2.1%	17.5%
直進透過光量	81.3%	0.4%	81.5%	0.3%
正反射光量	7.6%	4.0%	7.8%	4.0%
全光量	97.3%	89.9%	97.2%	73.3%

【0056】本発明の液晶表示素子 (I) の前方及び後方散乱光量の和は、85.5%の値を得たが、本発明外の比較液晶表示素子 (a) では69.0%であった。

【0057】これらの結果から、本発明の液晶表示素子は、比較例の液晶表示素子に比べ、明るい時計表示ができ、直視型表示に優れていることが明らかである。

【0058】(実施例2) 実施例1で作製した光散乱形液晶表示素子 (A) のまわりを鏡面で覆い、一方の基板の外側に黒紙から成る光吸収体を配置して図6に示される本発明の液晶表示装置 (II) を作製した。

【0059】(実施例3) 実施例1で作製した光散乱形液晶表示素子 (A) のまわりを、住友スリーエム社製フレネルレンズ「TH-SOLF」及び反射板で覆い、一方の基板の外側に黒紙から成る光吸収体を配置して本発明の液晶表示装置 (III) を作製した。

【0060】(比較例2) 実施例1で作製した光散乱形液晶表示素子 (A) の一方の基板の外側に、黒紙から成る光吸収体のみを配置して図8に示される本発明外の比較例の液晶表示装置 (b) を作製した。

【0061】(評価2) 実施例2、3及び比較例2で作製した液晶表示装置の明るさを光散乱形液晶表示評価装置「LCD-7000PN」(大塚電子社製)で測定した。

【0062】本発明の液晶表示装置 (II) 及び (III) は、標準白色板に対して、それぞれ31%及び32%の反射率を得たが、本発明外の比較例の液晶表示装置 (b) では、26%であった。

【0063】これらの結果から、本発明の液晶表示装置は、比較例の液晶表示装置に比べ、明るい時計表示ができ、直視型表示に優れていることが明らかである。

【0064】(実施例4) 液晶材料として「PN-001」80重量%、重合性組成物として「HX-620」19.8重量%及び重合開始剤として2-ヒドロキシ-2-メチル-1-フェニルプロパン-1-オン0.2重量%からなる調光層形成材料を調製した。時計表示ができるようにITO電極を画素化し、基板側面内側が鏡面である11cm×27cmの大きさのガラス板を用いて、10

* μm のスペーサーを介在させた空セルを作製した。前記調光層形成材料を空セルに注入した後、調光層形成材料を挟持する基板を40℃に保ちながら、メタルハライドランプ ($100\text{W}/\text{cm}^2$) の紫外線下を3.5m/分の速度で通過させて、オリゴマーを硬化 (高分子化) させて、光散乱形液晶表示素子 (B) を得た。

20 【0065】実施例4で得た光散乱形液晶表示素子 (B) の調光層を電子顕微鏡で確認したところ、三次元網目状の透明性固体物質が確認できた。

【0066】次いで、一方の基板の外側に黒紙から成る光吸収体を配置して図7に示される本発明の液晶表示装置 (IV) を作製した。

【0067】(評価3) 実施例4で作製した液晶表示装置 (IV) の明るさを「LCD-7000PN」で測定した。

30 【0068】本発明の液晶表示装置 (IV) は標準白色板に対して31%の反射率を得た。この結果から、本発明の液晶表示装置は、比較例2で作製した液晶表示装置 (b) に比べ、明るい時計表示ができ、直視型表示に優れていることが明らかである。

【0069】(比較例3) 実施例1において、10 μm のスペーサーに代えて20 μm のスペーサーを用いた以外は、実施例1と同様にして光散乱形液晶表示素子 (C) を得た。

40 【0070】得られた光散乱形液晶表示素子 (C) の調光層を電子顕微鏡で確認したところ、三次元網目状の透明性固体物質が確認できた。

【0071】この光散乱形液晶表示素子 (C) の一方の基板の外側に、黒紙から成る光吸収体のみを配置して本発明外の比較例の液晶表示装置 (c) を作製した。

【0072】(評価4) 比較例3で作製した液晶表示装置 (c) の明るさを「LCD-7000PN」で測定した。

【0073】本発明外の比較表示装置 (c) の反射率は30%で、実施例4で作製した本発明の液晶表示装置 (IV) と同等の反射率であった。

【0074】次に、実施例4で作製した光散乱形液晶表

示素子（Ｂ）と比較例３で作製した光散乱形液晶表示素子（Ｃ）の透過率－電圧特性を「LCD-7000PN」で測定した。

【0075】本発明の液晶表示素子（Ｂ）は13Vの電圧を印加した状態で透過率は完全に飽和し、この時の透過率は81.3%であった。これに対し、本発明外の比較例３の液晶表示素子（Ｃ）では25Vの電圧を印加した状態で透過率は完全に飽和し、この時の透過率は76.0%であった。

【0076】これらの結果から、本発明の液晶表示素子は、比較例に比べ、5%以上の高い透過率が得られ、しかも低電圧で駆動できることが明らかである。

【0077】

【発明の効果】本発明の液晶表示装置は、従来のものに比べて、電圧印加時の光透過性を損なうことなく電圧無印加時の白濁性を向上させ、高いコントラスト比を達成した直視型表示が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】光散乱形液晶表示素子の側面に反射板を配置した本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図2】図1において示した液晶表示素子の透明性電極層に電圧を印加したときの模式断面図である。

【図3】光散乱形液晶表示素子の側面に凹面鏡を配置した本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図4】光散乱形液晶表示素子の側面にフレネルレンズを配置した本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図5】透明性電極層を有する基板に直接反射板が設置した本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図6】光散乱形液晶表示素子の側面に反射板を配置し、一方の基板の外側に光吸収板を配置した本発明の液晶表示装置の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図7】透明性電極層を有する基板に直接反射板が設置され、一方の基板の外側に光吸収板を配置した本発明の液晶表示装置の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図8】光散乱形液晶表示素子の一方の基板の外側に、光吸収板のみを配置した本発明外の液晶表示装置であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図9】上下の基板厚が違う光散乱形液晶表示素子の側面に反射板を配置した本発明の液晶表示装置の一例であ *

* っ て、電圧無印加時の模式断面図である。

【図10】光散乱形液晶表示素子の側面にコの字型反射板を配置した本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図11】光散乱形液晶表示素子の側面に円柱状反射板を配置した本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図12】透明性電極層を有する端正化された基板に直接反射板が設置された本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図13】透明性電極層を有する基板に直接コの字型反射板が設置された本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

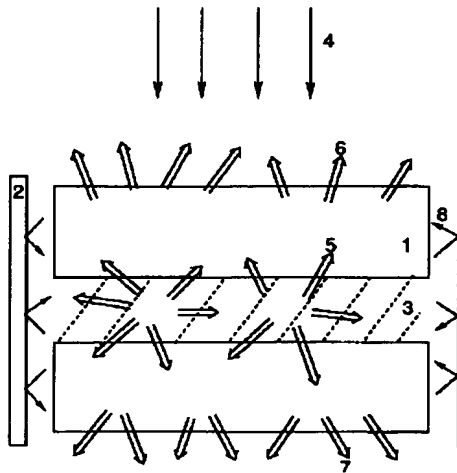
【図14】透明性電極層を有する基板にフレネルレンズが設置された本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

【図15】上下の基板厚が異なり、下の基板の電極層とガラスの間に屈折率が1.70のフィルム層がある光散乱形液晶表示素子の側面に反射板を配置した本発明の液晶表示素子の一例であって、電圧無印加時の模式断面図である。

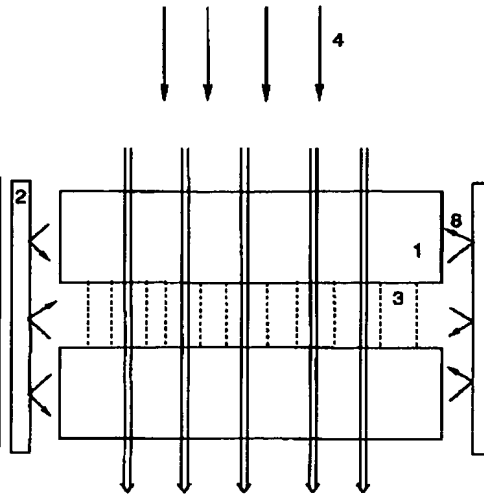
【符号の説明】

- 1 画素が形成された透明性電極層を有する透明な基板
- 2 反射板
- 3 調光層
- 4 表示面からの入射光
- 5 調光層で散乱された光
- 6 後方散乱光
- 7 前方散乱光
- 8 横に漏れた光
- 9 凹面ミラー
- 10 フレネルミラー
- 11 画素が形成された透明性電極層を有し、側面に反射板が直接設置された基板
- 12 基板内を横方向に進んだ光
- 13 電極取り出し部
- 14 光吸収板
- 15 コの字型反射板
- 16 円柱状反射板
- 17 端正化され、反射板が直接設置された基板
- 18 画素が形成された透明性電極層を有し、側面にフレネルミラーが直接設置された基板
- 19 全内部反射フィルム
- 20 全内部反射フィルムにより反射された散乱光

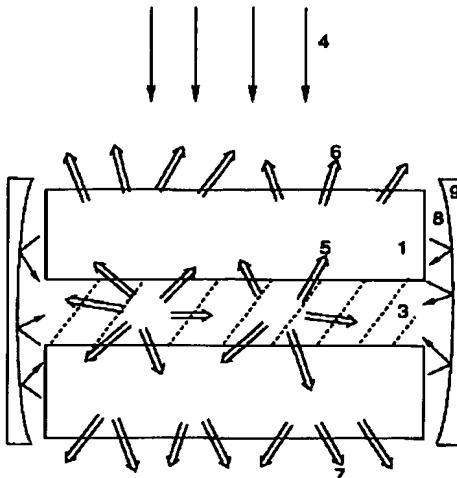
【図 1】



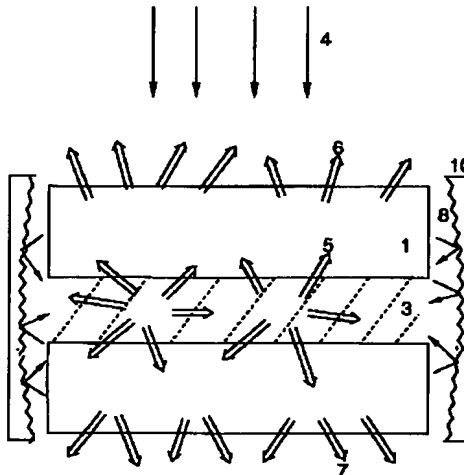
【図 2】



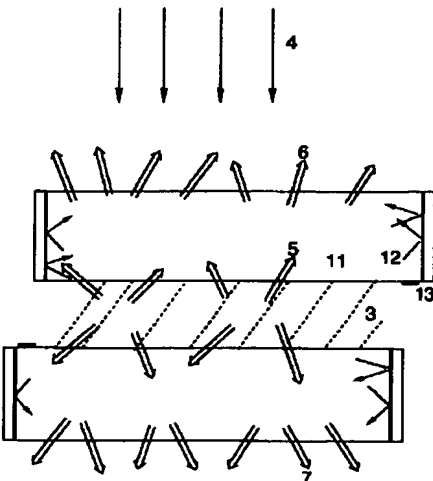
【図 3】



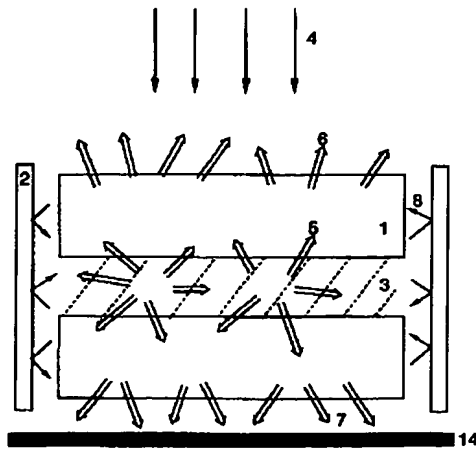
【図 4】



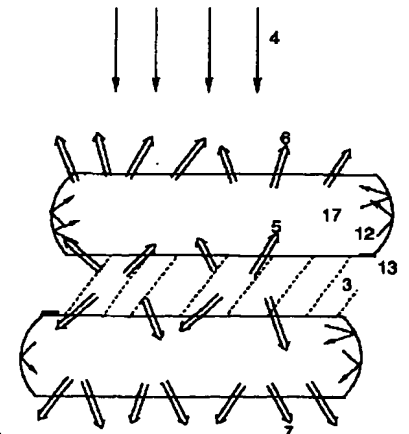
【図 5】



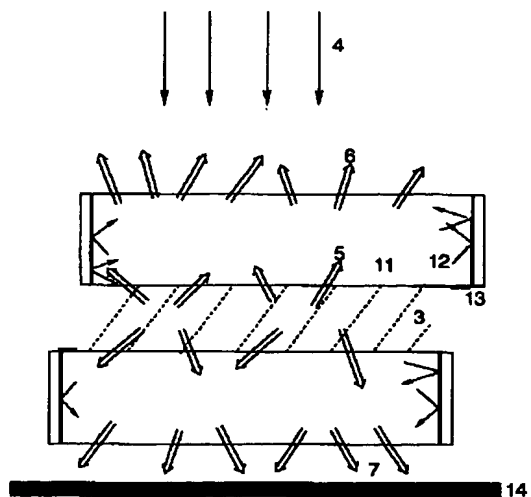
【図 6】



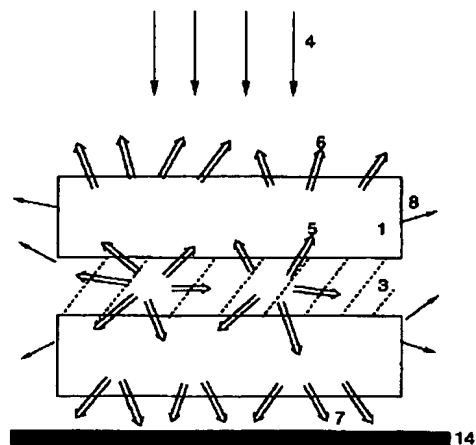
【図 12】



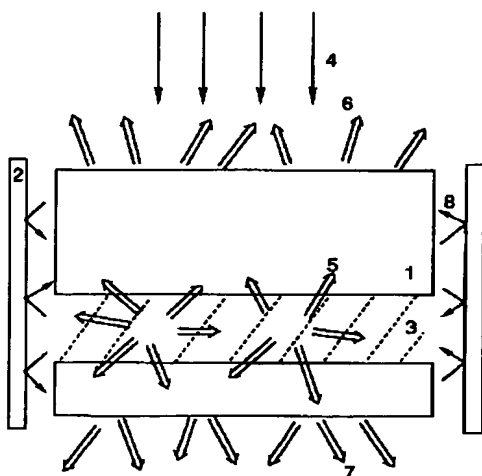
【図7】



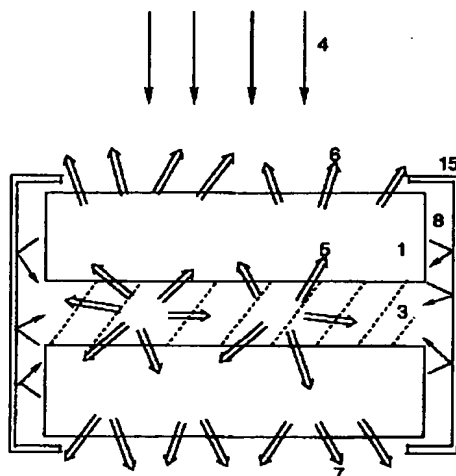
【図8】



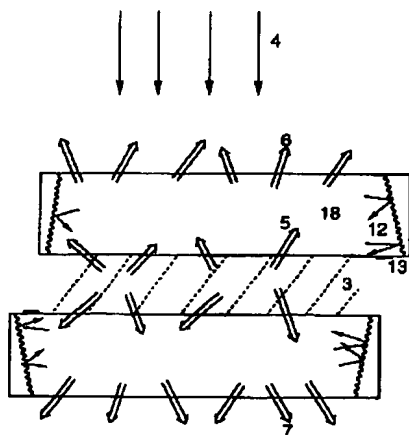
【図9】



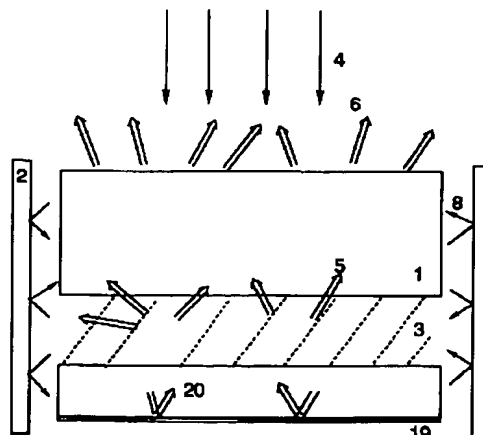
【図10】



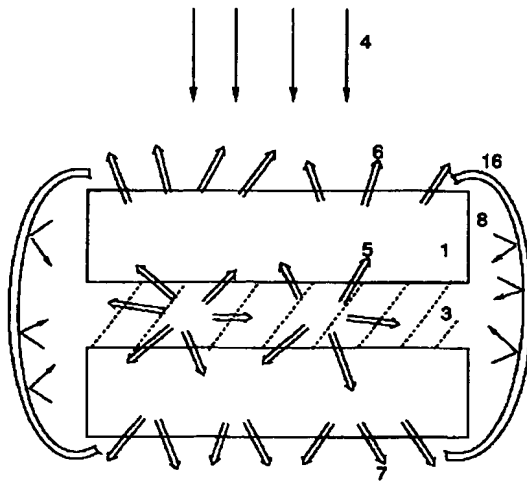
【図14】



【図15】



【図 1 1】



【図 1 3】

